

## Гидромеханическая разработка грунта.

Гидромеханический метод основан на использовании воды для переработки грунта. Метод предусматривает разработку грунта гидромониторным, землесосным и комбинированным способом.

Гидромеханический метод разработки грунта включает следующие операции: размыв грунта под давлением и перевод его в полужидкую массу, называемую *пульпой*; перемещение и укладку (намыв) пульпы в сооружение или отвал. После доставки пульпы к месту образования насыпи вода из нее отфильтровывается, а грунт осаждается. Этот способ разработки применяют при устройстве каналов, плотин, дорожных насыпей и выемок, вскрышных работах на карьерах. Стоимость разработки, перемещения и укладки грунта в этом случае более низкая, чем при разработках механизированным способом. При использовании этого способа необходимо прокладывать трубопроводы, устраивать эстакады и другие сооружения. Поэтому гидромеханизированный метод разработки грунтов наиболее эффективен при больших сосредоточенных объемах земляных работ.

Разрабатывать грунт гидромеханическим методом можно в надводных и подводных забоях. Сухой грунт размывают *гидромонитором*, который представляет собой стальной ствол с насадкой и коленами, обеспечивающими вращение ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях для направления водяной струи. Гидромониторы монтируют на рамах, позволяющих перемещать их в забое. Вода поступает к гидромонитору по трубопроводу под значительным давлением (2,5... 15 МПа в зависимости от рода разрабатываемого грунта). Выходя из насадки с большой скоростью, вода ударяет в грунт, смешивается и разрушает его, образуя пульпу. В зависимости от рода грунта и высоты забоя расход воды на 1 м<sup>3</sup> разрабатываемого грунта составляет 3..15 м<sup>3</sup>. Плотный грунт размывают гидромонитором преимущественно встречным забоем, рыхлый несвязанный грунт — попутным забоем.

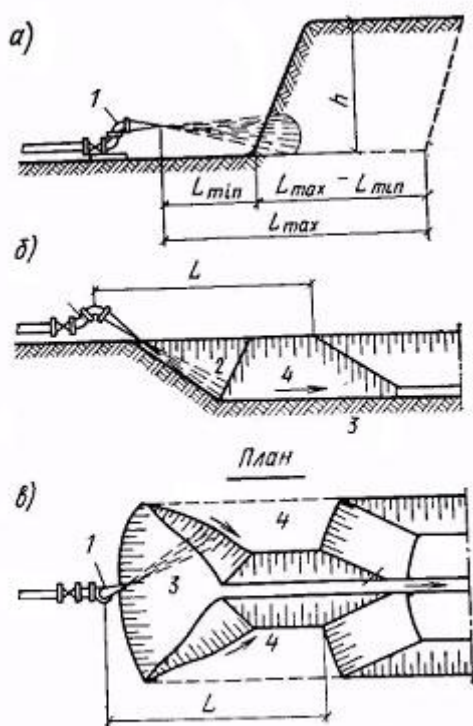


Рисунок 1. Способы размыва грунта гидромонитором: а — встречным забоем (снизу вверх); б, в — попутным забоем (сверху вниз); 1 — гидромонитор; 2 — канава для отвода, пульпы; 3, 4 — последовательность разработки забоя.

В первом случае (рис. 1а) обеспечивается высокая производительность гидромонитора из-за периодических обвалов грунта, нависающего над зоной подмыва (вруба). Этот эффект достигается при отбойке грунта высоконапорной водой или при взрывании грунта. Так как гидромонитор может оказаться среди потоков пульпы, ее следует направлять в обход гидромонитора.

При попутных забоях (рис. 1б) производительность гидромонитора ниже, но перемещается он по сухому грунту, а поток пульпы, приобретая от водяной струи достаточную начальную скорость, обеспечивает интенсивный сток.

Расстояние гидромонитора от забоя зависит от рода грунта, но должно быть не менее для песка, суглинка и глины  $L=N$ , при лессовидных грунтах  $L=1,2N$ . При благоприятном рельефе местности размыв гидромонитором грунт по трубопроводу или лоткам самотеком направляется к месту образования насыпи. При неблагоприятном рельефе пульпа вначале поступает по канавам в зумпф или приемный колодец, а затем по напорному трубопроводу перекачивается земснарядом в насыпь. Земснаряд, перекачивающий пульпу из зумпфа, снабжен центробежным насосом большой мощности, который может пропускать камни диаметром 100...400 мм. Подача земснарядов 400...1200 м<sup>3</sup> пульпы в 1 ч при напоре 2...8 МПа. Пульпопроводы — это стальные трубы, укладываемые на деревянные лежни или вертикальные опоры. Трубы состыкованы быстроразъемными соединениями с резиновыми манжетами.

Размыв грунта встречным забоем начинают с подрезки уступа (вруба). Так как эта операция является наименее производительной, то высота вруба, а следовательно, и его объем должны быть минимальными. Смыв обрушенного грунта начинают в зоне, ближайшей к пульпосточной канаве. Не следует резко перебрасывать струю гидромонитора с одного участка на другой, так как это нарушает равномерное поступление пульпы в зумпф и вызывает заиливание грунта в канаве.

Для снижения стоимости разработки и обеспечения заданного ритма работы машин производительность земснаряда по откачке пульпы из зумпфа должна соответствовать производительности гидромониторов, работающих в забое. Для регулирования режима работы земснарядов разработаны автоматические системы с применением радиоактивных плотномеров, контролирующих плотность пульпы, идущей по трубопроводу, и регулирующих скорость размыва грунта в забое.

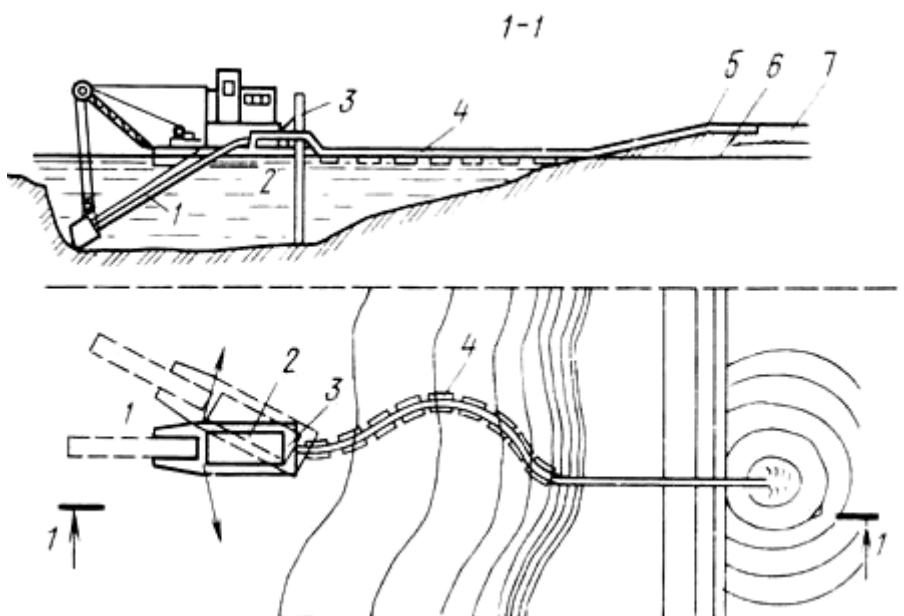


Рисунок 2. Землесный способ разработки грунта: 1 - всасывающее устройство; 2 - судно с насосной установкой; 3 - опорная свая; 4 - плавучий пульповод; 5 - береговой пульповод; 6 - обвалование; 7 - намываемое земляное сооружение.

В подводных забоях грунт разрабатывают *плавучими земснарядами*, представляющими собой баржу со смонтированным на ней земснарядом. Грунт со дна водоема всасывается трубой земснаряда, подвешенной к специальной стреле, соединенной с мачтой, установленной на барже. При разработке плотных грунтов трубу земснаряда снабжают специальной вращающейся рыхлительной головкой или вибрационным рыхлителем (рис. 2). Земснаряд соединяют с магистральным пульпопроводом, проложенным по берегу, с помощью плавучего пульпопровода, смонтированного на плашкоутах, что позволяет ему передвигаться по забою вслед за движением земснаряда. Земснаряд для перестановки подтягивают лебедками, находящимися на барже, к заранее установленным якорям или сваям. Разработку начинают с заглубления всасывающей трубы с наконечником (или рыхлителем) на глубину снимаемого за одну проходку слоя. Затем начальную воронку расширяют путем радиального перемещения земснаряда в стороны относительно опорной сваи или периодического относительно якорей, не допуская при этом прекращения контакта всасывающей части с разрабатываемым грунтом.

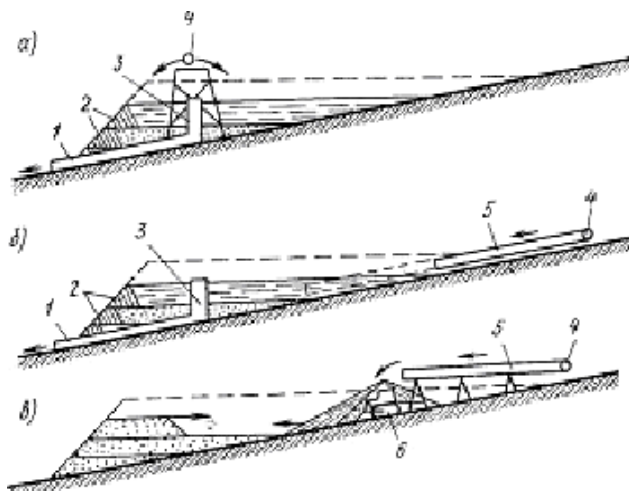


Рисунок 3. Схемы возведения насыпи методом намыва: а - в — способами соответственно эстакадным, безэстакадным и комплексным; 1 — водовыпускная труба; 2 — грунтовые валы; 3 — дренажный колодец. 4 — магистральный пульпопровод; 5 — выпускной патрубков; 6 — бульдозер.

Намыв насыпей производят эстакадным, низкоопорным, безэстакадным и комбинированным способами. При безэстакадном и низкоопорном способах грунт укладывают через торец пульпопровода. Место намыва определяется длиной пульпопровода.

Насыпи из пульпы намывают слоями по 20...25 см. Возводимую насыпь разбивают в плане на карты-захватки, на которых поочередно выполняют намыв грунта и подготовительные работы к намыву следующего слоя. По контуру очередной карты бульдозером возводят земляной вал на высоту намываемого слоя пульпы и наращивают установленный ранее в пределах карты водосборный (дренажный) колодец с выпускаемой трубой. При *эстакадном* способе подачи пульпы (рис. 3а) магистральный пульпопровод на участке намыва размещают на эстакаде, превышающей по высоте возводимую насыпь, и выдают из него пульпу поочередно на карты намыва.

В транспортном строительстве применяют в основном *безэстакадный* способ (рис. 4). Осветленную воду отводят с карт намыва самотеком в сбросные колодцы, откачивают насосами или используют принцип сифона. Отработанная вода покидает земляное полотно также путем фильтрации через основание насыпи и откосы.

Намыв насыпей целесообразно начинать от краев карты. Для этого пульпу подают к краям, водоотводные колодцы располагают в центре карт. Для отвода воды из них устраивают штольни с углом дна не менее 50% в низовую сторону. Штольню и колодцы устраивают из водонепроницаемых материалов. На намываемых участках насыпи водоотводные колодцы разбирают на глубину 1 м от верха насыпи, а оставляемые в теле насыпи нижние части колодцев закрывают дренирующим грунтом.

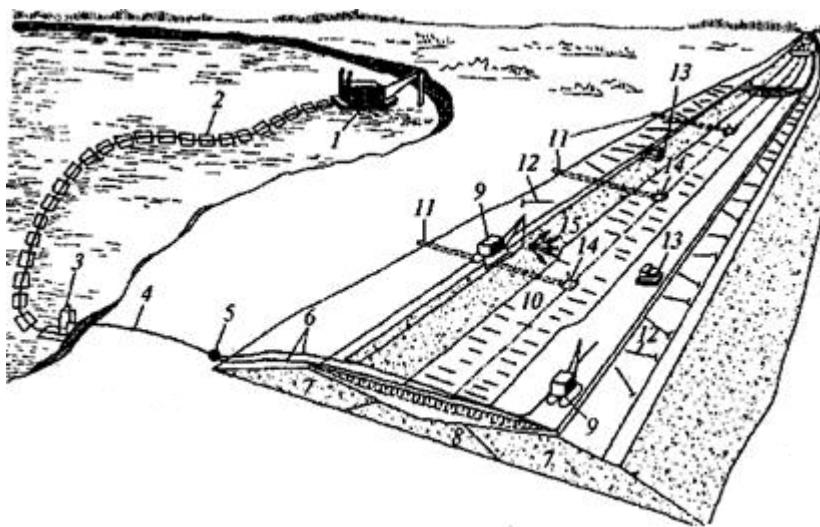


Рисунок 4. Схема организации работ при двустороннем безэстакадном намыве насыпи: 1 — земснаряд; 2 — плавучий пульпопровод; 3 — устройство для подключения плавучего пульпопровода к магистральному; 4 — магистральный пульпопровод; 5 — пульпопереключатель; 6 — разводящие пульпопроводы; 7 — боковые призмы; 8 — ядро; 9 — кран; 10 — прудок-отстойник; 11 — водосборные трубы; 12 — трубы для наращивания пульпопроводов; 13 — бульдозер; 14 — водосборные колодцы; 15 — направление потока пульпы.

Насыпи намывают с запасом на осадку, равным 0,75% высоты насыпи при намыве из песчаных и 1,5% при намыве из смешанных грунтов. Недомыв насыпей по ширине не допускают, поэтому их сооружают несколько шире проектной ширины (на 0,2-0,4 м на каждую сторону). Излишек грунта, намывтый за пределы проектного очертания, снимают бульдозером или экскаватором для досыпки верхней части или перемещают бульдозером на соседние намывные участки насыпи. Элементы деревянных эстакад, поддерживающие трубы и лотки, по мере роста насыпи разбирают (за исключением стоек, которые оставляют в теле сооружения).

Верхнюю часть стоек и раскосов эстакад после окончания намыва насыпи откапывают и срезают на глубину не менее 1 м от проектной отметки намываемого сооружения. Стойки инвентарных эстакад из тела сооружения извлекают полностью.

При безэстакадном способе (рис. 3б) магистральный пульпопровод укладывают вдоль основания возводимой насыпи (с одной или двух сторон в зависимости от ее размеров и местных условий рельефа). Через каждые 20...30 м на трубопроводе устанавливают специальные выпускные патрубки, через которые пульпа поступает на карту намыва. При первом способе возведение эстакады — относительно дорогая и трудоемкая работа, но в дальнейшем дополнительные работы сводятся к минимуму, а сам процесс намыва значительно ускоряется. При втором способе стоимость и трудоемкость начальной прокладки трубопровода незначительны, но в дальнейшем приходится периодически наращивать и перемонтировать выпускные патрубки, что сдерживает процесс намыва.

*Низкоопорный способ* применяют редко. Распределительный трубопровод укладывают на инвентарных низких опорах, а гидросмесь выпускают из торца этого трубопровода, разбираемого в процессе намыва. Толщина намываемого слоя грунта составляет 1 ... 1,2 м. По степени механизации этот способ приближается к безэстакадному, а характеру намыва и распределения грунта к эстакадному.

При намыве насыпей из хорошо дренирующих грунтов применяют *комплексный способ*, в котором сочетаются гидромеханический способ и работа бульдозеров (рис. 3е). На очередной карте пульпу выпускают из патрубков, расположенных на невысоких коротких эстакадах. В результате образуются песчаные кучи, между которыми должен быть

обеспечен свободный сток Осветленной воды. В это время на другой карте перемещают грунт и послойно укладывают его бульдозером в насыпь.

Возведение насыпей методом намыва обеспечивает значительную плотность грунта, в связи с чем, к искусственному уплотнению грунта в этих случаях не прибегают, а придают насыпи небольшой (1,5% при суглинистых и супесчаных и 0,75% при песчаных грунтах) запас высоты на последующую усадку.